

Nitride semiconductor device

Publication number: CN1249853

Publication date: 2000-04-05

Inventor: SHINICHI NAGAHAMA (JP); MASAYUKI SENOH (JP);
SHUJI NAKAMURA (JP)

Applicant: NICHIA KAGAKU KOGYO KK (JP)

Classification:

- **international:** **H01L21/20; H01L33/00; H01S5/323; H01S5/32;**
H01L21/02; H01L33/00; H01S5/00; (IPC1-7):
H01L33/00; H01S5/30

- **European:** H01L21/20B4; H01L21/20B6B2; H01L21/20B6B4;
H01L33/00C3D; H01L33/00C4D3C; H01S5/323B4;
Y01N10/00

Application number: CN19988003128 19980108

Priority number(s): JP19970001937 19970109; JP19970012707 19970127;
JP19970102793 19970403; JP19970134210 19970526;
JP19970244342 19970909; JP19970274438 19971007;
JP19970311272 19971027

Also published as:

EP1017113 (A1)
WO9831055 (A1)
US6172382 (B1)
CA2276335 (A1)
CN1297016C (C)

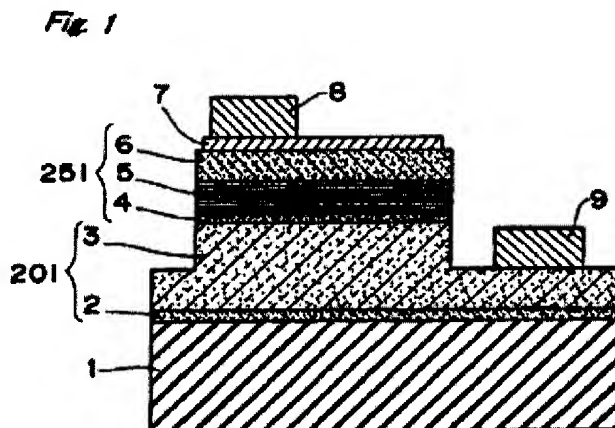
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1249853

Abstract of corresponding document: **EP1017113**

A nitride semiconductor device including a light emitting device comprises a n-type region of one or more nitride semiconductor layers having n-type conductivity, a p-type region of one or more nitride semiconductor layers having p-type conductivity and an active layer between the n-type region and the p-type region. In such devices, there is provided with a super lattice layer comprising first layers and second layers which are nitride semiconductors having a different composition respectively. The super lattice structure makes working current and voltage of the device lowered, resulting in realization of more efficient devices.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01L 33/00

H01S 5/30

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98803128.0

[43]公开日 2000年4月5日

[11]公开号 CN 1249853A

[22]申请日 1998.1.8 [21]申请号 98803128.0

[30]优先权

[32]1997.1.9 [33]JP [31]1937/1997

[32]1997.1.27 [33]JP [31]12707/1997

[32]1997.4.3 [33]JP [31]102793/1997

[32]1997.5.26 [33]JP [31]134210/1997

[32]1997.9.9 [33]JP [31]244342/1997

[32]1997.10.7 [33]JP [31]274438/1997

[32]1997.10.27 [33]JP [31]311272/1997

[86]国际申请 PCT/JP98/00025 1998.1.8

[87]国际公布 WO98/31055 日 1998.7.16

[85]进入国家阶段日期 1999.9.6

[71]申请人 日亚化学工业株式会社

地址 日本德岛县阿南市

[72]发明人 长滨慎一 妹尾雅之 中村修二

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

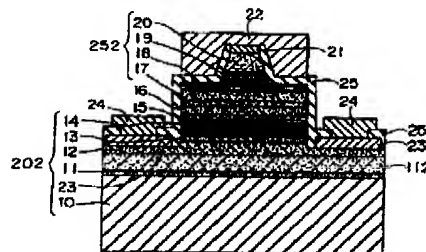
代理人 孙敬国

权利要求书 9 页 说明书 68 页 附图页数 9 页

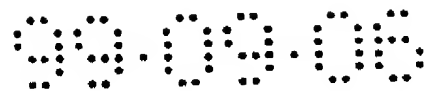
[54]发明名称 氮化物半导体元器件

[57]摘要

本发明涉及一种发光元器件等的氮化物半导体元器件,是在一层或二层以上的氮化物半导体层所组成的 n 导电侧半导体区域与一层或二层以上的氮化物半导体层所组成的 p 导电侧半导体区域之间形成活性层的氮化物半导体元器件,所述 p 导电侧或 n 导电侧半导体区域的至少一层氮化物半导体层是分别由氮化物半导体所组成并且组成互异的第 1 层与第 2 层积层而成的超格子层。根据上述结构,即可降低元器件所用电流、电压,实现效率高的元器件。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种氮化物半导体元器件，包括由一层或二层以上的氮化物半导体层所形成的 p 导电侧半导体区域，以及经此 p 导电侧的半导体区域注入载流子而进行预定动作的氮化物半导体所形成的活性层者，其特征在于，所述 p 导电侧半导体区域的至少一层氮化物半导体层是分别由氮化物半导体所组成并且互异的第 1 层与第 2 层所积层而成的超格子层。

2. 一种氮化物半导体元器件，在一层或二层以上的氮化物半导体层所形成的 n 导电侧半导体区域和一层或二层以上的氮化物半导体层所形成 p 导电侧半导体区域之间具有氮化物半导体所形成的活性层，其特征在于，所述 p 导电侧半导体区域或所述 n 导电侧半导体区域的至少一层氮化物半导体层是分别由氮化物半导体所形成且组成互异的第 1 层与第 2 层所积层而成的超格子层。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，所述超格子层是由具有 100 Å 以下膜厚的氮化物半导体所形成第 1 层及组成上与该第 1 层不同且具有 100 Å 以下膜厚的氮化物半导体所形成第 2 层积层而成。

4. 如权利要求 3 所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，所述第 1 层及第 2 层中至少一层由含有 Al 的氮化物半导体组成。

5. 如权利要求 4 所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，含有所述 Al 的氮化物半导体是用式子 $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ (其中， $0 < Y < 1$) 表示的氮化物半导体。

6. 如权利要求 5 所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，在所述超格子层中，所述第 1 层是由以式子 $\text{In}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 < X < 1$) 表示的氮化物半导体组成，且所述第 2 层是由以式子 $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 < Y \leq 1$ ， $X = Y \neq 0$) 表示的氮化物半导体组成。

7. 如权利要求 6 所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，所述超格子层中，所述第 1 层是由以式子 $\text{In}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 < X < 1$) 式子表示的氮化物半导体组成，且所述第 2 层是由以式子 $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 < Y < 1$) 表示的氮化物半导体组成。

8. 如权利要求 3 至 6 任一项所述的氮化物半导体元器件，其特征在于，所述第 1 层与所述第 2 层分别由具有 70 Å 以上膜厚氮化物半导体组成。

缝。该裂缝防止层 13 最好生长 100 \AA 以上, $0.5 \mu\text{m}$ 以下的膜厚。小于 100 \AA 的话, 即难以发挥上述裂缝防止的作用, 大于 $0.5 \mu\text{m}$ 的话, 结晶本身即有变黑的倾向。在以本实施形态 1 的 n 侧接触层为超格子情形下, 或者在以接着生长的 n 侧涂敷层 14 为超格子层情形下, 该裂缝防止层 13 也可省略。

(n 型超格子所组成的 n 侧涂敷层 14)

n 侧涂敷层是例如由掺杂 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ Si 的 n 型 $\text{Al}_{10.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 组成, 由具有 20 \AA 膜厚的第 1 层和非掺杂 GaN 的组成, 由具有 20 \AA 膜厚的第 2 层交互积层的超格子层所组成, 整体例如具有 $0.5 \mu\text{m}$ 膜厚。该 n 型涂敷层 14 作为载流子封闭层及光蔽层来使用, 在作为超格子层情况下, 最好使其中一层生长有 Al 的氮化物半导体, 最好生长 AlGaN , 借助于较佳者在 100 \AA 以上, $2 \mu\text{m}$ 以下, 最佳者在 500 \AA 以上, $1 \mu\text{m}$ 以下生长, 组成良好的载流子封闭层。该 n 型涂敷层 14 可以用单一氮化物半导体生长, 也可组成作为超格子层而无裂缝且结晶性良好的封闭层。

(n 侧光导层 15)

n 侧光导层 15 例如由掺杂 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ Si 的 n 型 GaN 组成, 具有 $0.1 \mu\text{m}$ 的膜厚, 此 n 侧光导层 15 用来作为活性层光导层, 最好生长 GaN、 InGaN 来组成, 通常生长 $100 \text{ \AA} - 5 \mu\text{m}$, 最好进一步生长 $200 \text{ \AA} - 1 \mu\text{m}$ 膜厚。且此光导层 15 也可作为超格子层。在 n 侧涂敷层作为超格子层情形下, 构成超格子层的氮化物半导体层的平均带隙能量较活性层大。在作为超格子层的情形下, 第 1 层及第 2 层的至少一层可掺杂杂质, 也可不掺杂。且此光导层 15 可以为单独非掺杂的氮化物半导体或为非掺杂氮化物半导体所积层而成的超格子层。

(活性层 16)

活性层 16 由一例如掺杂 $8 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ Si 的 $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 所组成而具有 25 \AA 膜厚的井层, 以及掺杂 $8 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ Si 的 $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 所组成而具有 50 \AA 膜层的障壁层交互积层而构成具有预定膜厚的多重量子井结构(MQW)。在活性层

16 中, 井层与障壁层宜二者均掺杂杂质或仅其一方掺杂。且掺杂 n 型杂质的话, 阈值即有降低的倾向。在依此方式以活性层 16 作为多重量子井结构的情形下, 必然地, 由于积层带隙能量小的井层与带隙能量较井层小的障壁层, 所以超格子层有所区别。井层的厚度宜在 100 \AA 以下, 较佳者在 70 \AA 以下, 最

佳者在 50 Å 以下，障壁层厚度宜在 150 Å 以下，较佳者在 100 Å 以下，最好在 70 Å 以下。

关于量子井结构的活性层，本申请人于先前所申请的日本特开平 9-148678 号公报(美国专利申请案第 08/743,729，是根据日本专利特开平 9-148678 号提出申请)有所揭示，本发明可使用该公报所揭示的活性层、单一量子井结构的活性层及各种活性层。

(p 侧间隙层 17)

p 侧间隙层 17 的带隙能量较活性层 16 大，例如由掺杂 $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 镁的 p 型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ 组成，且例如有 200 Å 膜厚。就本实施形态 2 而言，虽然最好使用间隙层 17，但由于该间隙层由薄的膜厚组成，所以本发明也可掺杂 n 型杂质而作为补偿载流子的 i 型。p 侧间隙层 17 的膜厚宜调整为 0.1 μm 以下，较佳者在 500 Å 以下，最佳者在 300 Å 以下。生长大于 0.1 μm 膜厚的话，则 p 侧间隙层 17 中易于产生裂缝，而难以生长结晶性良好的氮化物半导体层。并且，p 侧间隙层 17 膜厚在 0.1 μm 以上的话，则载流子在隧道效应下无法通过构成能带的 p 型间隙层 17，考虑到该隧道效应下载流子的通过情形，如上所述，最好设定在 500 Å 以下，并进一步设定在 300 Å 以下。

由于在 p 侧间隙层 17 上易于使 LD 元器件振荡，所以最好使用 Al 组成比大的 AlGaN，此 AlGaN 越薄，LED 元器件超容易振荡。例如，Y 值为 0.2 以上的 $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ 的话，最好调整为 500 Å 以下。p 侧间隙层 17 的膜厚下限虽无特别限定，但最好组成 10 Å 以上的膜厚。

(p 侧光导层 18)

p 侧光导层 18 是带隙能量较 p 侧间隙层 17 小，例如由掺杂 $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 镁的 p 型 GaN 组成，具有 0.1 μm 膜厚。该 p 侧光导层 18 用来作为活性层 16 的光导层，与 n 侧光导层 15 相同，用生长 GaN、InGaN 来组成。且此层也可用来作为 p 侧涂敷层 19 生长时的缓冲层，宜生长 100 Å-5 μm，最好 200 Å-1 μm 的膜厚，由此用来作为较佳光导层。此 p 侧光导层通常掺杂镁等 p 型杂质成为 p 型导电型，但也可特别不掺杂杂质。且也可使该 p 侧光导层成为超格子层。在作为超格子层的情形下，第 1 层及第 2 层的至少一方可掺杂 p 型杂质也可以不掺杂。

(p 侧涂敷层 19 = 超格子层)

说明书附图

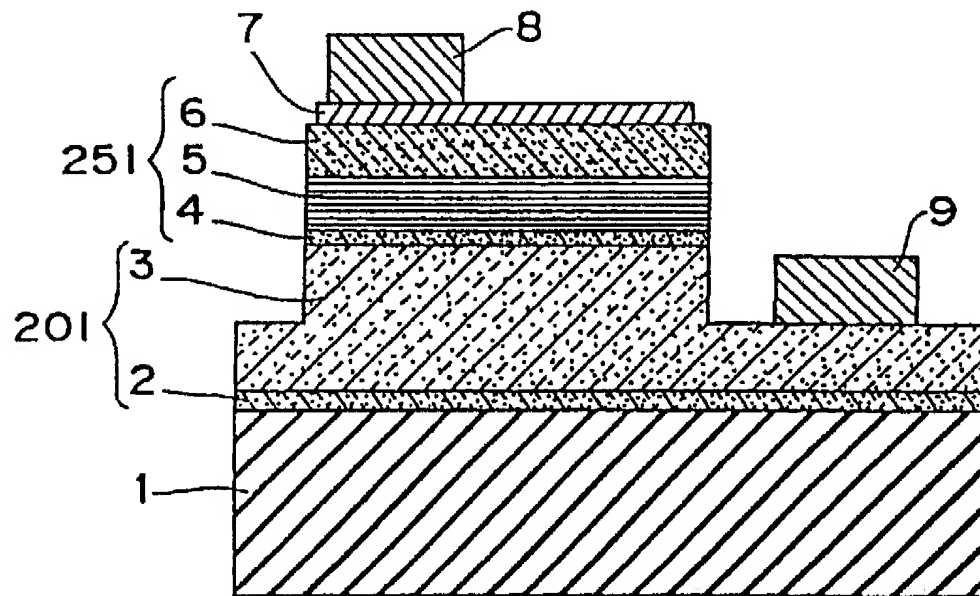


图 1